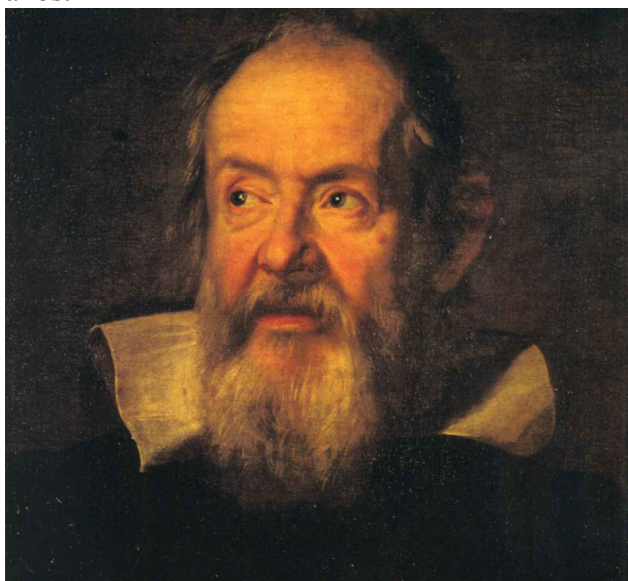




GALILEO GALILEI

Galileo Galilei puede ser considerado fundador de la ciencia moderna. desempeñó un papel fundamental en el movimiento intelectual que transformó la imagen medieval del universo y sentó las bases de la concepción de la naturaleza propia de la ciencia moderna. Trazó las líneas de un método experimental en el que la experiencia sensible y la razón venían a encontrarse unidas en el común esfuerzo de la investigación. Demostró la validez y la eficacia innovadora de tal método con la verificación experimental de las teorías propuestas y con la construcción de instrumentos útiles al saber y al ingenio de los hombres. Sus teorías rebatieron las nociones heredadas del aristotelismo y de la escolástica cristiana y le valieron la condena de la Iglesia.

Galileo nació en Pisa en el año 1564. Puede considerarse uno de los mayores científicos de todos los tiempos. Hijo de un músico, también él lo fue, además de artista y escritor. Realizó estudios en Florencia y en Pisa. Comenzó su carrera universitaria en medicina, aunque luego la abandonó para dedicarse de lleno a investigaciones en el campo de la física y de las matemáticas. En 1589 fue profesor de matemáticas en la Universidad de Pisa, con 25 años.

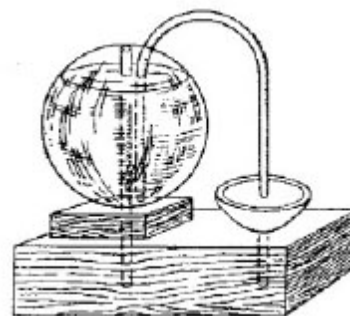


Galileo Galilei

Su mente, abierta a multitud de intereses y aspiraciones, estuvo animada por una continua insatisfacción, que unida a los acontecimientos dramáticos de su vida, a las angustias familiares de todo tipo, a la desazón interior entre su conciencia religiosa y las ineludibles exigencias científicas, le configuró una personalidad atormentada. En la historia de la cultura, Galileo se ha convertido en el símbolo de la lucha contra la autoridad y de la libertad en la investigación.

En física demostró experimentalmente que la velocidad de caída de los cuerpos era independiente de su peso, de manera que la caída de dos cuerpos de igual forma y volumen pero de diferente peso, desde la misma altura, se produce en tiempos iguales (y no fue con el lanzamiento de cuerpos de distinto peso, desde la torre inclinada de Pisa, como se había creído durante mucho tiempo).

La meteorología no sería la misma sin sus grandes descubrimientos, en 1597 inventó un termoscopio de agua. Éste objeto está compuesto por un tubo largo de cristal invertido en una jarra sellada, conteniendo agua y aire. Al calentarse la jarra, el aire se expandía y empujaba hacia arriba el líquido en el tubo. El nivel de agua en el tubo podía ser comparado a distintas temperaturas para mostrar los cambios relativos cuando se añadía o se retiraba el calor. No obstante, no permitía cuantificar la temperatura con facilidad. Pero fue un importante precedente para llegar a medir la temperatura como lo hacemos hoy en día, unos años después el fabuloso descubrimiento se perfeccionaría.



Termoscopio

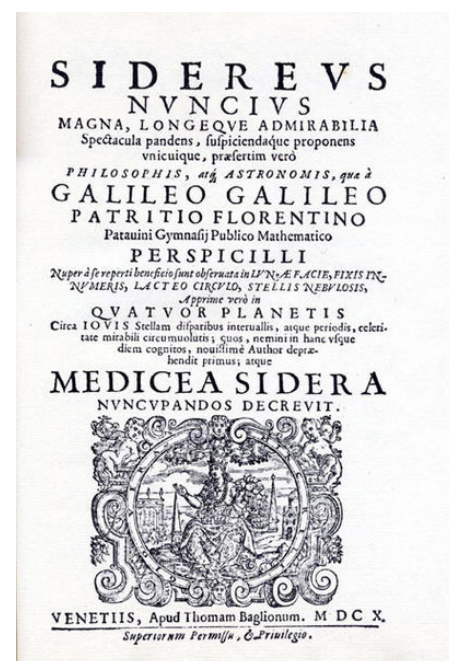


Entre sus hallazgos no astronómicos más notables figuran las leyes del movimiento pendular (sobre el que comenzó a pensar, según se cuenta, mientras observaba una lámpara que oscilaba en la catedral de Pisa), y las leyes del movimiento acelerado. La obra que le hizo merecedor del título de Padre de la Física Matemática, fue *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti la meccanica* (Discursos y demostraciones en torno a dos nuevas ciencias relacionadas con la mecánica), escrita con la ayuda de su discípulo Torricelli, donde describe los resultados de sus investigaciones sobre mecánica. Galileo creó dos nuevas ciencias conocidas en la actualidad como dinámica y resistencia de materiales.



En 1591 se trasladó a enseñar a la Universidad de Padua, y en 1610 a Florencia. En ambos lugares se dedicó fundamentalmente a la astronomía. En 1609, habiendo oído hablar de los instrumentos de ampliación fabricados en Holanda, construyó el primer catalejo, instrumento capaz de ampliar objetos unas quince veces, constituido por un objetivo convexo acoplado a un ocular cóncavo. Con él, en 1610, Galileo observó por primera vez las elevaciones montañosas lunares. En contra de la creencia general, vio que la superficie de la Luna no era cristalina, sino que estaba cubierta de cráteres y montañas, con lo que refutó la idea aristotélica de la absoluta perfección de los

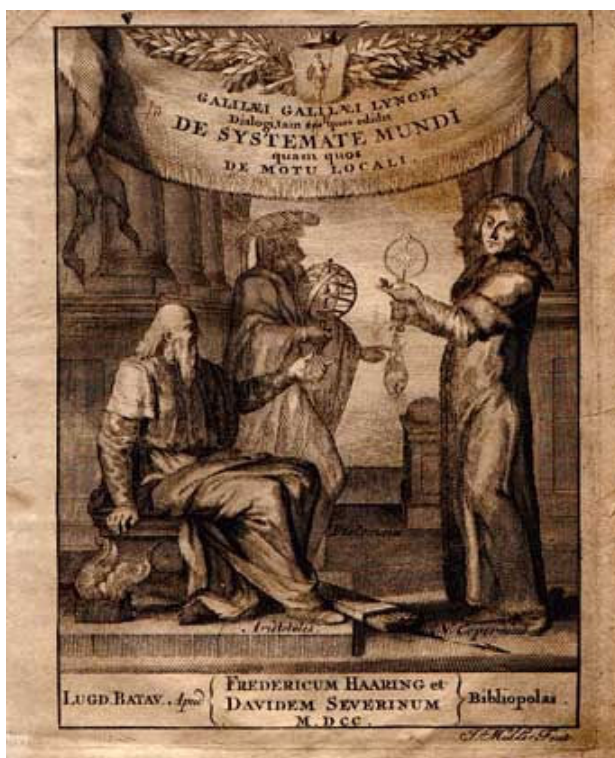
astros. Descubrió los cuatro mayores satélites en órbita alrededor de Júpiter, con ello demostró que no todos los astros giraban alrededor de la Tierra. Observó numerosas estrellas de luminosidad débil, las fases de Venus, la estructura compuesta de Saturno y las manchas solares con lo que pudo determinar el período de rotación del Sol y la dirección de su eje. Publicó sus resultados en *El mensajero sideral* (*Sidereus Nuncius*, 1610), obra maestra de Galileo. Las observaciones de Galileo revolucionaron la astronomía, induciendo a un notable número de seguidores a procurarse un catalejo, lo que dio lugar a numerosos descubrimientos. La constatación de las teorías copernicanas, contraria a la cosmología de Tolomeo vigente hasta entonces, le valió la condena de las autoridades eclesiásticas, pero desempeñó un papel fundamental para edificar la moderna visión del universo en la que la Tierra gira alrededor de su propio eje en 24 horas y alrededor del Sol en su movimiento anual, tesis atribuida a Aristarco de Samos, alrededor del año 300 a.C.



Por lo anterior puede considerarse a Galileo, como el fundador de la astronomía moderna, y más en general, como el introductor del método experimental en la investigación científica. Además de sus extraordinarios resultados como físico y astrónomo, la importancia de Galileo está precisamente en haber creado una



mentalidad científica nueva, cuyas bases son aún las nuestras. Se dedicó intensamente a la astronomía hasta el año 1633, en que fue condenado eclesiásticamente, amenazado por el tribunal de la Inquisición con la cámara de tortura si no se retractaba de sus ideas; fue el trabajo, publicado en Florencia en 1632, *Diálogos sobre los dos sistemas principales del mundo: el tolemaico y el copernicano*, el que le ocasionaría la condena de la Iglesia y la prohibición de dedicarse a la astronomía.



Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo

Profundamente convencido de la exactitud del modelo de Copérnico (publicado en el año 1543 en su obra *De revolutionibus orbium coelestium*), que afirmaba que el Sol y no la Tierra se encontraba en el centro del universo, y que la Tierra se movía a su alrededor al igual que los otros planetas, Galileo siguió adelante con este pensamiento, hasta que entabló una difícil batalla en favor de esta afirmación verdaderamente revolucionaria, que destruía el sistema geocéntrico, acogido y sostenido por la ciencia oficial y sobre todo, por la Iglesia. Sin embargo, la polémica con las autoridades eclesiásticas se había manifestado muchos años antes, ya con su obra *El mensajero sideral*, y después con otras en las que plasmando los

resultados de sus descubrimientos, estaba destruyendo la concepción geocéntrica del Universo. A los 69 años de edad, fue condenado a arresto domiciliario de por vida, y se retiró a su domicilio en Arcetri, cerca de Florencia (donde moriría nueve años después, el mismo año del nacimiento de Newton). En honor a Galileo, se nombró la unidad de aceleración gal. El miligal es utilizado por la geofísica como medida de cambio en la aceleración regional debida a la gravedad.



La condena de Galileo por el tribunal del Santo Oficio. "... Por cuanto tú, Galileo, fuiste denunciado por sostener como verdadera una falsa doctrina: que el Sol está inmóvil en el centro del mundo y que la Tierra se mueve y posee también un movimiento diurno; así como por tener discípulos a quienes instruyes en la mismas ideas, en las que, siguiendo la hipótesis de Copérnico, incluyes varias proposiciones contrarias al verdadero sentido y autoridad de las Sagradas Escrituras. Por eso, este Sagrado Tribunal, deseoso de prevenir el desorden y perjuicio que desde entonces proceden y aumentan en menoscabo de la sagrada Fe, califica las dos proposiciones, según los calificadores teológicos, como sigue:

1. La proposición de ser el Sol el centro del mundo e inmóvil en su sitio es absurda, filosóficamente falsa y formalmente herética, porque es precisamente contraria a las Sagradas Escrituras.

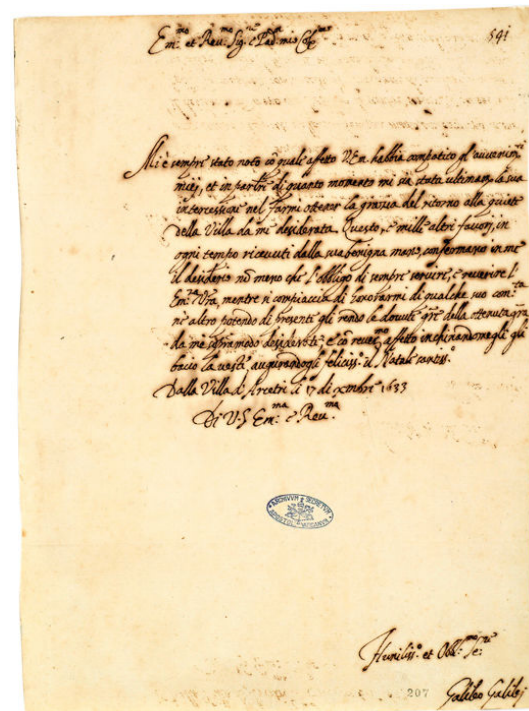
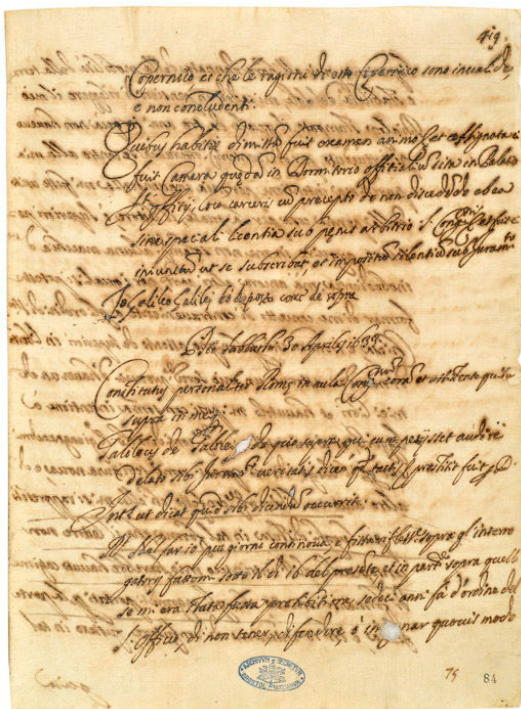


2. La proposición de no ser la Tierra el centro del mundo, ni inmóvil es también absurda, filosóficamente falsa y, teológicamente considerada, por lo menos errónea en la fe.

Y con el fin de que una doctrina tan perniciosa pueda ser extirpada del todo y no se insinúe por más tiempo con grave detrimento de la verdad católica, ha sido publicado un decreto prohibiendo los libros que tratan de esta doctrina, declarándola falsa y del todo contraria a la Sagrada y Divina Escritura.

Y después de haberte concedido tiempo prudencial para hacer tu defensa, nosotros hemos llegado a la sentencia contra ti, que se escribe a continuación: pronunciamos, juzgamos y declaramos que tú, Galileo, te has hecho sospechoso de herejía. Visto lo cual, es nuestro deseo que seas absuelto, siempre que con un corazón sincero y verdadera fe, en nuestra presencia abjures, maldigas y detestes los mencionados errores y herejías, y cualquier otro error y herejía contrario a la Iglesia católica y apostólica de Roma.

Fórmula de abjuración pronunciada por Galileo Galilei. "Yo, Galileo Galilei, arrodillado ante vosotros, reverendos cardenales, teniendo ante mí los Sagrados Evangelios, juro que siempre he creído y, con la ayuda de Dios, creeré en lo futuro, todos los artículos que la Sagrada Iglesia Católica y Apostólica de Roma sostiene, enseña y predica. He sido juzgado como sospechoso de herejía, por eso deseo apartar de las mentes de vuestras eminencias esta vehemente sospecha, justamente abrigada contra mí. Por eso, con un corazón sincero y fe verdadera, yo abjuro, maldigo y detesto los errores y herejías mencionados, y en general, todo error y sectarismo contrario a la Sagrada Iglesia; y juro que nunca más afirmaré nada, verbalmente o por escrito, que pueda dar lugar a una sospecha similar contra mí. Juro, además, y prometo que cumpliré y observaré fielmente todas las penitencias que me han sido o me sean impuestas por este Santo Oficio. Así, con la ayuda de Dios y de sus Sagrados Evangelios, yo, he abjurado, prometido y me he ligado a lo antes dicho. En Roma, en el convento de la Minera, 22 de junio de 1633; yo, Galileo Galilei, he abjurado conforme se ha dicho antes con mi propia mano".



Carta de abjuración de Galileo

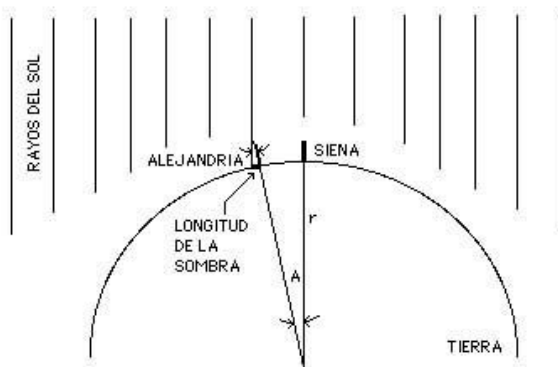


VAMOS A MEDIR

A lo largo de la historia la forma en la que los seres humanos han cambiado su percepción de la Tierra y el Cosmos está cambiando continuamente, desde el conocimiento de la esfericidad de la Tierra, atribuido a Pitágoras en el siglo VI a.C. hasta nuestros días con el estudio de los primeros instantes del Universo. En este boletín nos vamos a conformar con dar a conocer algunos métodos que dieron como resultado la obtención de algunos valores importantes.

Medida de la circunferencia de la Tierra.

Con una vara y un poco de geometría se puede medir la circunferencia de la Tierra. La idea se le ocurrió por primera vez a *Eratóstenes de Cirene*, científico griego nacido alrededor del 280 a.C. Los griegos de la época sabían que la Tierra era redonda. En un papiro que encontró en la biblioteca de Alejandría, Eratóstenes leyó acerca de un lugar llamado Siena (hoy Asuán) donde los rayos del Sol caían verticalmente el día del solsticio de verano. Esto se sabía porque en Siena había un pozo muy profundo en cuyas aguas se podía ver reflejado el Sol justo al mediodía en el solsticio de verano. Clavando una vara en el suelo en Alejandría un solsticio de verano, Eratóstenes observó que allí el Sol no pasaba exactamente por el cenit (la vertical del lugar). La vara proyectaba sombra en Alejandría, pero no en Siena.



Aplicando el principio de los ángulos alternos internos, Eratóstenes dedujo lo siguiente: si los rayos del Sol inciden verticalmente en Siena, pero en Alejandría forman un ángulo con la vertical, ese ángulo es igual al que formarían las verticales (los radios) de las dos ciudades si las prolongáramos hasta el centro de la Tierra, llamemos a este ángulo A.

El ángulo A medido por Eratóstenes, era de alrededor de 7.5° . Después contrató a un camellero para que se fuera de Alejandría a Siena y midiera la distancia entre las dos ciudades, resultó ser de unos 5.250 estadios, cerca de 830 kilómetros (1 estadio ≈ 157.5 metros). Con esta información, Eratóstenes se dijo: el ángulo A (7.5°) es la cuadragésima octava parte de un círculo completo (360°), por lo tanto, la distancia entre Alejandría y Siena (5.250 estadios) debe estar en la misma proporción a la circunferencia total de la Tierra:

$$\frac{360^\circ}{7.5^\circ} = \frac{\text{Circunferencia terrestre}}{\text{Distancia Alejandría - Siena}}$$

Es decir, la circunferencia terrestre será de:

$$\frac{360^\circ}{7.5^\circ} \cdot 5.250 = 252.000 \text{ estadios}$$

unos 40,000 kilómetros, aproximadamente.

El resultado de Eratóstenes está asombrosamente próximo a la cifra que se obtiene con métodos modernos y más exactos. Según parece tuvo suerte porque el error cometido en la medida del ángulo y el error cometido por el camellero –que simplemente estimó la distancia- se compensaron en vez de sumarse.

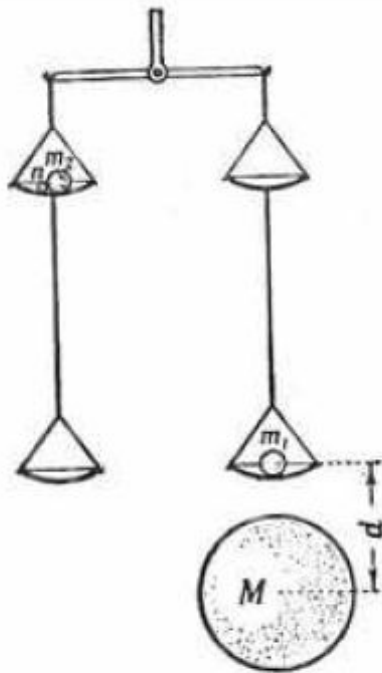
Un siglo más tarde, otro científico, llamado Posidonio, determinó la circunferencia de la Tierra por otro método basado en la altura sobre el horizonte de la estrella Canopus. Obtuvo un valor de la circunferencia de la Tierra que discrepaba considerablemente del de su antecesor: 180.000 estadios, unos 28.350 kilómetros. Cuando un marino ambicioso llamado Cristóbal Colón trató de convencer a la corte de Isabel la Católica de que se podía llegar de España a China navegando hacia el oeste, tomó el valor de Posidonio para la circunferencia de la Tierra.



Medida de la masa de la Tierra

Parece sorprendente que científicos del pasado hayan podido imaginar métodos para determinar la masa de la Tierra y otros astros. Describamos uno: el método de Philip von Jolly, de 1871, para calcular la masa de la Tierra.

En la figura se ve una balanza de platillos en la que, de cada uno de los extremos, cuelgan dos platillos, uno superior y otro inferior. La distancia del superior al inferior es de 20 a 25 cm. En el platillo inferior derecho colocamos una esfera de masa m_1 . Para equilibrarla, en el platillo superior izquierdo colocamos una masa m_2 . Estas masas no son iguales, ya que, encontrándose a distinta altura, son atraídas por la Tierra con distinta fuerza.



Si debajo del platillo inferior derecho colocamos una esfera grande de masa M , -siendo d la distancia entre su centro y el de m_1 - el equilibrio de los pesos se altera, ya que la masa m_1 , será atraída por la masa M con una fuerza F , que de acuerdo con la ley de la atracción universal, es proporcional al producto de estas masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia d que separa sus centros

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot M}{d^2}$$

donde $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$ es la llamada constante de gravitación.

Para restablecer el equilibrio alterado, colocamos en el platillo superior izquierdo de la balanza una pequeña masa n . La fuerza con que ella presiona sobre el platillo de la balanza es igual a su peso, es decir, es igual a la fuerza de atracción que ejerce sobre esta carga la masa toda de la Tierra. Esta fuerza F' es igual a

$$F' = G \cdot \frac{n \cdot M_T}{R^2}$$

donde M_T es la masa de la Tierra y R su radio.

Despreciando la ínfima influencia que la esfera de masa M ejerce sobre las cargas que se encuentran en el platillo superior izquierdo, podemos escribir la ecuación de equilibrio en la forma siguiente:

$$F = F' \Rightarrow G \cdot \frac{m_1 \cdot M}{d^2} = G \cdot \frac{n \cdot M_T}{R^2}$$

En esta relación todas las magnitudes, salvo la masa de la Tierra M_T pueden ser medidas. Esto permite determinar M_T .

$$M = \frac{m_1 \cdot M \cdot R^2}{n \cdot d^2}$$

En una de las experiencias realizadas tras determinadas mediciones, la masa de la Tierra resultó ser igual a $6.15 \times 10^{24} \text{ Kg}$. La masa de la Tierra, según cálculos recientes, es: $M_T = 5.974 \times 10^{24} \text{ Kg}$.

La masa del Sol.

Aunque parezca extraño, la masa del lejano Sol resulta mucho más fácil de determinar que la de la Luna.

La masa del Sol se determinó mediante el razonamiento siguiente. La fuerza de atracción mutua F de los dos cuerpos de masas M y m situados a distancia D , se expresa así

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M}{D^2}$$

y se mide en *Newtons*.

Consideremos M la masa del Sol, m la masa de la Tierra, y D , la distancia entre ambos, cuyo valor medio es de $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$.

Por otra parte, esta fuerza de atracción es la fuerza centrípeta que mantiene a nuestro planeta en su órbita, que, de acuerdo con las reglas de la

mecánica, es igual a $\frac{m \cdot V^2}{D}$ donde m es la masa de la Tierra, V su velocidad circular (30.000



m/s) y D la distancia de la Tierra al Sol. Por consiguiente,

$$G \cdot \frac{m \cdot M}{D^2} = \frac{m \cdot V^2}{D}$$

despejando:

$$M = \frac{V^2 \cdot D}{G}$$

De esta expresión resulta:

$$M = 2 \cdot 10^{30} \text{ Kg.}$$

Es decir, la masa del Sol es unas 330.000 veces mayor que la de la Tierra.



Otro procedimiento para la determinación de la masa del Sol está basado en la utilización de la tercera ley de Kepler.

De la ley de la gravitación universal, aplicada al sistema *Sol-Tierra-Luna* se deduce la tercera ley en la forma siguiente:

$$\frac{(M_S + m_T) \cdot T_T^2}{(m_T + m_L) \cdot T_L^2} = \frac{a_T^3}{a_L^3}$$

en donde M_S es la masa del Sol, T_T el período de revolución del planeta, a_T la distancia media del planeta al Sol y m_T la masa del planeta. T_L , a_L y m_L son los datos para la órbita de la Luna en torno al Sol. Despreciando en el numerador la masa de la Tierra frente a la del sol y en el denominador la de la Luna frente a la terrestre:

$$\frac{M_S \cdot T_T^2}{m_T \cdot T_L^2} = \frac{a_T^3}{a_L^3}$$

sustituyendo a_T , a_L , T_T y T_L , por sus valores, deducidos de observaciones, resulta:

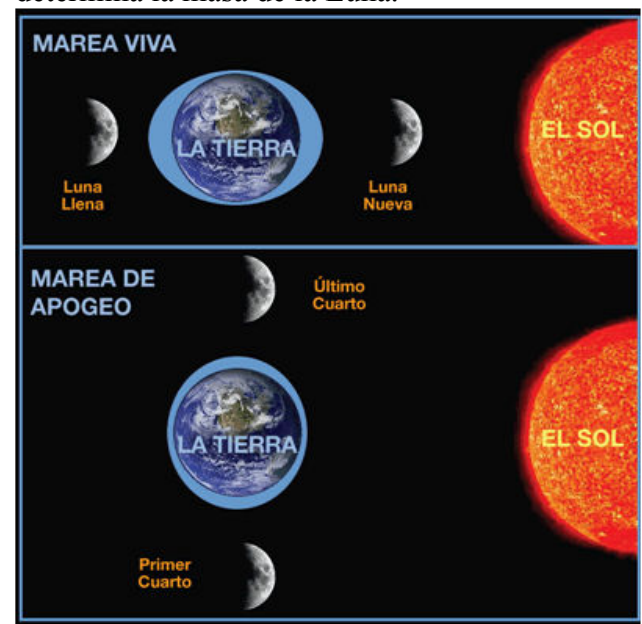
$$M_S / m_T = 330.000.$$



La masa de la Luna.

En lo relativo a la masa de la Luna, hubo que acudir a métodos más complejos, de los que citaremos uno solo. Se reduce a la comparación de la altura de las mareas producidas por el Sol con la de las mareas producidas por la Luna.

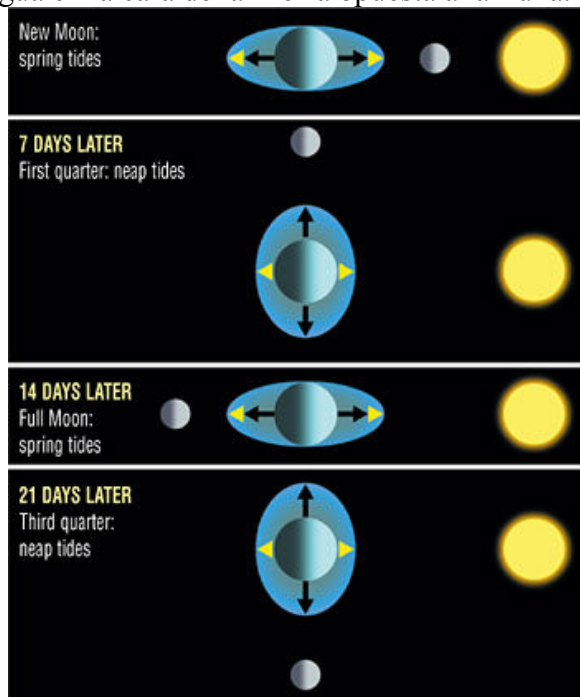
La altura de las mareas depende de la masa y de la distancia del cuerpo que las produce, y como la masa y la distancia del Sol son conocidas y la distancia de la Luna también, por la comparación de las alturas de las mareas se determina la masa de la Luna.



No se debe pensar que la ola de la marea se eleva simplemente porque la Luna o el Sol atraen directamente al agua. Atraen no sólo agua, sino toda la esfera terrestre, con lo que el agua “opuesta” a la Luna o al Sol parece “levantarse” del planeta. El astro ejerce mayor atracción sobre las partículas de agua que se hallan en la cara de la Tierra que mira hacia la Luna que sobre el centro del planeta y mayor



atracción sobre este que sobre las partículas de agua en la cara de la Tierra opuesta a la Luna.



Calculemos La diferencia entre las fuerzas de atracción. Sean D la distancia entre la Luna y el punto de la superficie terrestre y R el radio del planeta. En un punto en cuyo cenit (vertical) está la Luna, cada kilogramo de agua es atraído por ella con una fuerza, en Nw :

$$F = G \cdot \frac{1 \cdot M_L}{D^2}$$

y un kilogramo del centro de a Tierra, con una fuerza:

$$F' = G \cdot \frac{1 \cdot M_L}{(D + R)^2}$$

Por tanto la diferencia de fuerzas es:

$$\begin{aligned} F - F' &= GM_L \left(\frac{1}{D^2} - \frac{1}{(D + R)^2} \right) = \\ &G \cdot M_L \cdot \left(\frac{2RD + R^2}{D^2(D + R)^2} \right) \approx \\ &\approx G \cdot M_L \cdot \left(\frac{R(2D + R)}{D^4} \right) \approx \frac{2KMR}{D^3} \end{aligned}$$

Esta Es la fuerza con la que la Luna “tira” más de un kilo de agua en la superficie que de un kilogramo de materia en el centro de la Tierra. Y, análogamente, de un kilogramo de materia en el centro de la Tierra que de uno de agua situada en un punto diametralmente opuesto de

la Luna. Por eso la Luna también genera mareas en la parte opuesta del planeta.

Como consecuencia de esta diferencia el agua se eleva en ambos casos sobre la superficie sólida de la Tierra: en el primero, porque el agua se desplaza más hacia la Luna que la parte sólida del globo terrestre; en el segundo, porque la parte sólida de la Tierra se desplaza hacia la Luna más que el agua del lado opuesto. (Aquí se indica solamente la causa fundamental del flujo y el reflujo; en conjunto el fenómeno es más complejo, pues está condicionado también por otras causas).

Si llamamos M_S a la masa del Sol, M_L a la masa de la Luna, D_S a la distancia del Sol a la Tierra ($1'5 \cdot 10^{11}$ m.) y D_L a la de la Luna a la Tierra ($3'84 \cdot 10^8$ m.), la relación entre las fuerzas del Sol y de la Luna que engendran las mareas será

$$\frac{2GM_S R}{D_S^3} : \frac{2GM_L R}{D_L^3} = \frac{M_S}{M_L} \cdot \frac{D_L^3}{D_S^3}$$

Observar separadamente la altura de unas y otras mareas no es posible; el Sol y la Luna siempre actúan en conjunto. Pero se puede medir la altura de las mareas cuando las acciones de ambos astros se suman (es decir, cuando la Luna y el Sol están colocados en línea recta con la Tierra) y cuando dichas acciones se oponen (la recta que une al Sol con la Tierra es perpendicular a la recta que une a la Luna con la Tierra). Las observaciones mostraron que en el segundo caso las mareas son de altura igual a $0'42$ de las primeras. Si la fuerza de la Luna que engendra las mareas es igual a x , y la del Sol a y , tenemos que

$$\frac{x - y}{x + y} = \frac{42}{100}$$

entonces:

$$\begin{aligned} 100x - 100y &= 42x + 42y \\ 58x &= 142y \\ \frac{x}{y} &= \frac{142}{58} = \frac{71}{29} \end{aligned}$$

Es decir:

$$\frac{M_S}{M_L} \cdot \frac{D_L^3}{D_S^3} = \frac{71}{29}$$

Como se conocen todas las magnitudes de la expresión anterior, salvo M_L , puede calcularse la masa de la Luna, que es del orden de 10^{22} Kg. Lo que resulta ser $1/80$ de la terrestre.

Tres problemas fáciles

1. El Sr. Roca es tan despistado que no sabe nunca en que día de la semana vive. Por eso una vez le preguntó a su amiga Carmen, que, harta de contestarle cada vez que le hacia preguntas parecidas le respondió:

“Cuando pasado mañana sea ayer entonces “el hoy” estará a la misma distancia del domingo como “el hoy” de cuando anteayer sea mañana”.

¿En que día de la semana tuvieron esta conversación?

2.- La criptoaritmética consiste en reemplazar las letras por cifras. A letra igual, igual número, y a distinta letra, distinto número. Como es habitual, los números no pueden tener ceros a la izquierda. Coge la calculadora y a ver si encuentras una solución a:

$$ABCDE \times H = EDCBA$$

3.- Se han colocado los números pares formando una escalera del siguiente modo:

			20
		12	18
	6	10	16
2	4	8	14

el primer escalón tiene un peldaño: el 2, el segundo escalón tiene dos peldaños: el 4 y el 6. ¿Qué número estará en el peldaño superior de trigésimo escalón? ¿Y en qué escalón y peldaño está el número 202?

Tres problemas un poco difíciles

1. Mira qué curioso, me dijo mi padre, tu abuelo cumplió x años justo en el año x^2 , y a ti te pasará lo mismo. ¿En qué años nacimos ambos?

$$x \rightarrow x^2$$

2.- Como estamos en navidad...

La mayor de estas dos velas mide 14 cm. y se consume totalmente en 3 horas y media. La menor tarda 5 horas en consumirse. Si se encienden a la vez, a las dos horas tienen la misma altura. ¿Cuál es la altura de la segunda vela?



3.- No es la primera vez que planteamos alguno como este, pero es que nos gustan mucho. Si seis gatos comen seis ratones en seis minutos, ¿cuántos gatos hacen falta para comer cien ratones en cincuenta minutos?

Michael Spivak (pág 68 de Cálculo en Variedades Ed. Reverté 1970) atribuye a Lord Kelvin la siguiente frase:

$$\begin{aligned} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t^2} \right)^2 dt &= \int_{\mathbb{R}^2} e^{-(x^2+y^2)} dx dy = \\ &= \int_0^{2\pi} \left(\int_0^{+\infty} r e^{-r^2} dr \right) d\theta = \pi \end{aligned}$$

Un matemático es aquel para quien esta igualdad es tan obvia como para usted que dos y dos son cuatro. Liouville era un matemático.

Envíanos tus respuestas y participarás en nuestros sorteos. Recuerda nuestras direcciones:

materranya@yahoo.es
<http://materranya.iespana.es>